DIE

QUANTITATIVE PULSANALYSE

MIT DEM

SPHYGMOCHRONOGRAPHEN VON JAQUET

UND IHRE VERWERTHUNG ZU DIAGNOSTISCHEN ZWECKEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL

VON

PAUL VON DER MÜHLL,

PRAKT. ARZT.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1892.

DIE

QUANTITATIVE PULSANALYSE

MIT DEM

SPHYGMOCHRONOGRAPHEN VON JAQUET

UND IHRE VERWERTHUNG ZU DIAGNOSTISCHEN ZWECKEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT DER UNIVERSITÄT BASEL

VON

PAUL VON DER MÜHLL,

PRAKT. ARZT.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1892.

Genehmigt auf Antrag des Herrn Prof. Immermann.

Sonderabdruck aus dem Deutschen Archiv für klinische Medicin.
XLIX. Band.

Einleitung und historische Bemerkungen.

Wer sich heutzutage über den Werth der graphischen Pulsuntersuchung für die pathologische Diagnostik einen Ueberblick zu verschaffen wünscht und zu diesem Zweck die umfangreiche Pulsliteratur der letzten 30 Jahre durchsieht, wird bald zu der Ueberzeugung gelangen, dass die positiven Resultate dieser langjährigen Arbeit den grossen Hoffnungen nicht ganz entsprochen haben, welche man seiner Zeit in klinischen Kreisen auf die Sphygmographie und namentlich auf den so compendiösen und in mancher Hinsicht vorzüglichen Mareyschen Apparat gesetzt hatte.

So mannigfaltig und anscheinend charakteristisch die Pulsbilder waren, die man fast in allen Kliniken Europas sammelte, — die Schwierigkeiten traten erst zu Tage, als man allen Ernstes versuchen wollte, die Einzelheiten der Pulscurven einer wirklich streng begründeten Deutung zu unterziehen. Die gangbaren Pulstheorien erwiesen sich bald als ungenügend, und man verwickelte sich in so manche Widersprüche, dass von vielen hervorragenden Klinikern die graphische Pulsuntersuchung als etwas vorläufig praktisch Unverwerthbares verlassen wurde. In der That, solange man sich blos mit dem Gesammteindruck der Pulsbilder begnügte, gaben dieselben nur sehr wenig greifbare Anhaltspunkte zu sicheren Schlussfolgerungen über den Zustand des Kreislaufapparates.

Erst durch eine Reihe von Untersuchungen neueren Datums, von Landois, Moens, Grunmach, Kries, Edgren, Frey und

Krehl, Hürthle hat sich mehr und mehr herausgestellt, dass aus gewissen quantitativen Verhältnissen der Pulscurve interessante Aufschlüsse zu gewinnen sind. Wir erinnern z. B. an die Beziehungen zwischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Blutdruck u. A. m.

Die Verfolgung dieses Weges, auf welchem unserer Ueberzeugung nach noch manche Früchte zu ernten sind, setzt vor Allem exact messende Methoden voraus, mittelst welcher Schritt für Schritt, unter steter Controle des Thierversuchs, der Einfluss jedes einzelnen Factors auf die quantitativen Verhältnisse der Pulswelle durchzuführen ist. — C. Vierordt[1]), der Urheber der Sphygmographie, war auch der Erste, welcher die Bedeutung der quantitativen graphischen Pulsanalyse erkannt und die Verhältnisse der einzelnen Theile der Pulscurven zu einander in Zahlen auszudrücken versucht hat. Mit Hülfe des von ihm erfundenen Fühlhebelsphygmographen verzeichnete er die Pulscurven auf eine mit Papier bespannte Ludwig'sche Kymographiontrommel. Zur mikrometrischen Messung der Curven bediente sich Vierordt einer Glasplatte, welche durch zwei zu einander rechtwinklige Systeme feiner Linien in Quadrate von je 0,45 Mm. Seite eingetheilt waren. Da die Länge einer Pulscurve circa 6—7 Theilstriche einnahm und mittelst einer Lupe auf $^1/_{10}$ eines Theilintervalles abzuschätzen war, konnten die relativen Pulsdauern auf circa $^1/_{65}$ genau verglichen werden. Auf diese Weise hat nun Vierordt von 17 Gesunden und 37 Kranken im Ganzen 12250 Einzelpulse ausgemessen. Verwerthet wurden die Messungen vorerst zur Bestimmung der Dauer der Pulse desselben Versuchs. — Durch Betastung können nur in extremen pathologischen Fällen Unregelmässigkeiten des Pulses wahrgenommen werden; durch Messung fand jedoch Vierordt, dass die Dauer auf einander folgender Pulse erheblich schwankte, so dass die Dauer des kürzesten Pulses zum längsten Pulse derselben Reihe bei Gesunden sich im Mittel verhielt wie 100 : 133. Nennen wir dieses Verhältniss der kürzesten zu den längsten Pulsdauern $\left(\text{z. B. } \frac{100}{133}\right) = Q$, so variirt Q bei demselben gesunden Individuum zu verschiedenen Zeiten in erheblichem Grade $\left(\text{z. B. } Q = \frac{100}{127} \text{ bis } \frac{100}{162}\right)$, in noch weit höherem Grade bei kranken, und zwar nicht herzkranken Individuen $\left(\text{z. B. } Q = \frac{100}{115} \text{ bis } \frac{100}{222}\right)$, gewöhnlich in der Weise, dass normale und anormale Werthe von Q gemischt vorkommen. Dabei fand Vierordt

1) Die Lehre vom Arterienpuls u. s. w. Braunschweig 1855.

Pulse verschiedener Dauer gewöhnlich in der Weise gruppirt, dass durch Einrahmung eines oder mehrerer längerer Pulse zwischen kürzeren Pulsen drei- oder mehrgliedrige Perioden entstehen. Im Allgemeinen fanden sich die kurzen dreigliedrigen Perioden bei frequentem, die mehrgliedrigen bei langsamem Pulse. — In noch weiteren Grenzen schwankte nach Vierordt's Messungen auch innerhalb derselben Reihe das Verhältniss zwischen den Zeitwerthen des auf- und absteigenden Curvenschenkels (Celerität). Auch für die Steilheit des An- und Absteigens der Curven suchte Vierordt einen ziffermässigen Ausdruck zu gewinnen.

Die Zahlenergebnisse von Vierordt können wir nicht ohne Weiteres für die vorliegenden Fragen verwerthen. Bekanntlich musste der Vierordt'sche Apparat bald dem Marey'schen weichen, vor Allem wegen seines grossen Trägheitsmomentes, welches die Curven entstellte. Ferner besass Vierordt noch keine genaue Zeitregistrirung und war auf die Umdrehungsgeschwindigkeit seines Kymographions zur Zeitberechnung angewiesen. Das physiologische Institut in Basel besitzt ein Ludwig'sches Kymographion aus dem Jahre 1855 von Keinath in Tübingen, höchst wahrscheinlich von derselben Construction, wie das von Vierordt benutzte. Controlversuche mit einem sehr genauen graphischen Chronometer (von Jaquet) zeigten bei diesem sonst wohlerhaltenen, völlig functionsfähigen und frischgeölten Instrument Abweichungen zwischen den Distanzen von je zwei auf einander folgenden ganzen Secunden im Betrag von 5, 8 bis zu 12 und 13 Proc. der betreffenden Abscissenlängen, und zwar durchaus nicht nur als seltene Ausnahme; innerhalb ½ Minute kamen Abweichungen bis zu 25 Proc. vor.

So anerkennenswerth diese Bestrebungen von Vierordt für jene Zeit sind, so war es doch nothwendig, dieselben mit unseren heutigen besseren Hülfsmitteln wieder aufzunehmen und consequent durchzuführen.

Marey scheint auf das Ausmessen der Curven kein Gewicht gelegt zu haben; dagegen gab Landois[1]) genaue Anweisung, wie die mit dem Marey'schen Sphygmographen erhaltenen Curven auszumessen sind.

Bekanntlich müssen, da der Schreibhebel des Marey'schen Instruments bei ruhender Zeichenplatte einen Kreisbogen beschreibt, die Marey'schen Pulscurven mit Hülfe von Bogenordinaten ausgemessen werden. Solche Messungen hat Landois in einer grösseren Anzahl

1) Die Lehre vom Arterienpuls. Berlin 1872.

von Fällen durchgeführt, um zu beweisen, dass seine „Rückstosselevation“ im diastolischen Curventheil um so später auftritt, je weiter die betreffende Arterie vom Herzen entfernt ist. — Um die Richtigkeit dieser Methode zu beweisen, bestimmte Landois das zeitliche Auftreten der Rückstosselevation ausserdem nach einer elektrisch-graphischen Methode, indem er von zwei Elektromagneten, die mit genau übereinanandergestellten Schreibfedern armirt waren, den Strom des einen durch die Bewegungen eines Mälzel'schen Metronoms, den Strom des anderen durch die Excursionen des Marey'schen Sphygmographenhebels öffnen und schliessen liess; zum Registriren diente eine Kymographiontrommel.

Die Abweichungen zwischen der Messung des Zeitintervalles vom Beginn der Pulscurve bis zum Beginn der dikroten Erhebung nach beiden Methoden betrugen nach Landois blos 0,006 Secunde, eine Uebereinstimmung, welche wir wegen der primitiven Beschaffenheit der Zeitregistrirung, sowie des Marey'schen Uhrwerks nur als eine zufällige betrachten können. — Da Landois selbst seine Methode, namentlich wegen der geringen Geschwindigkeit des Uhrwerks, zu feinsten Messungen nicht für geeignet hielt, bediente er sich, um eine schnell und gleichmässig bewegte Schreibfläche zu erhalten, eines an der Zimmerdecke aufgehängten, schwingenden Pendels, welches unter gleichzeitiger Zeitcontrole mittelst Stimmgabelcurven Pulsbilder von der 29—30fachen Länge der Marey'schen ergab. Die Differenz der mit dieser Methode gewonnenen Ergebnisse und der durch Ocular-mikrometermessung erhaltenen Zahlen betrug z. B. 0,022 Secunde für den Abstand der „Rückstosselevation“ vom Beginn der Curve. Diese Zahl beweist zur Genüge die Unvollkommenheit der Mikrometermessung; die Pendelmethode ist aber sehr umständlich und für praktische Verwerthung ungeeignet.

Eine originelle Methode der graphischen Zeitregistrirung zur Messung von Pulscurven ist von Grashey[1]) angegeben und von verschiedenen Forschern verwendet worden. Er verband die secundäre Spirale eines Ruhmkorff'schen Funkeninductors so mit dem Sphygmographen, dass die Funken von der Spitze des Schreibstiftes auf die Metallplatte des Schlittens übersprangen; dieselben durchschlagen das berusste Papier und hinterlassen an der Durchgangsstelle deutliche Spuren. Lässt man den primären Strom des Inductors durch eine Stimmgabel unterbrechen, so springen in der Secunde so viele Funken

1) Zeiteintheilung der sphygmographischen Curven. Virchow's Archiv. 1875. Bd. LXII. S. 53.

auf die Platte über, als die Gabel Schwingungen macht. Für feinere Messungen eignet sich jedoch diese Methode schwerlich, da die durch die Funken gebildeten Markirzeichen ziemlich gross sind und die Curve wesentlich entstellen.

Eine erhebliche Erleichterung zeitmessender, sphygmographischer Studien schien gegeben, als Marey die für die Herzbewegung bewährte Methode der Lufttransmission auf die Pulsregistrirung anwendete. In seinem „sphygmographe à transmission“ [1]) wirkt die Druckfeder, die es mit dem gewöhnlichen Sphygmographen gemein hat, auf die damit verbundene Kautschukmembran eines sogenannten „tambour explorateur“, welcher in bekannter Weise die durch Bewegungen der Membran entstehenden Luftdruckschwankungen auf die Marey'sche Registrirtrommel überträgt. Hier besteht nun kein Hinderniss für genaue Zeitregistrirung mit den gebräuchlichen Mitteln physiologischer Laboratorien; Registrirtrommeln von bester Construction können verwendet werden, und mittelst selbstthätiger Stimmgabeln kann man die Zeit registriren, falls nicht, wie bei Edgren [2]), die Registrirtrommel selbst ein genügendes Trägheitsmoment, daher eine genügend gleichmässige Bewegung hat.

Dem Marey'schen Verfahren sind in den Hauptzügen nachgebildet die „Polygraphen“ von Grunmach [3]) und Knoll [4]), welche durch einfachere und transportable Schreibtrommeln und zeitregistrirende Vorrichtungen die sonst nur physiologischen Laboratorien zugänglichen sphygmographes à transmission und namentlich auch die Cardiographen den klinischen Verhältnissen anzupassen suchen. Aber die einfachen, billigen Uhrwerke dieser Apparate sind feineren Zeitregistrirungen kaum gewachsen, und noch mehr gilt dies von den chronographischen Vorrichtungen, namentlich von dem äusserst primitiven Secundenschreiber, welchen Rothe in Prag dem Knoll'schen Polygraphen beigiebt. [5])

Die bekannte Veränderlichkeit und Vergänglichkeit der Kautschukmembranen, deren Erneuerung zeitraubend ist und eine geschickte Hand erfordert, bleibt ferner ein wesentliches Hinderniss für die

---

1) Marey, Travaux du laboratoire. I. année. 1875. p. 343.

2) Cardiograph. und sphygmograph. Studien. Skandinav. Archiv f. Physiol. 1889. S. 67.

3) Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswellen. Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiol. 1879. S. 417.

4) Ueber einen verbesserten Polygraphen. Prager med. Wochenschr. 1879.

5) Vgl. Jaquet, Studien über graphische Zeitregistrirung. Zeitschrift f. Biologie. Bd. XXVIII. 1891. S. 18 u. 24.

Anwendung der Lufttransmission in Kliniken, geschweige denn in der ärztlichen Praxis. Auch fehlt leider noch eine genaue vergleichende Controle darüber, ob die Lufttransmission an Treue und Empfindlichkeit den besten directen Registrirapparaten, z. B. dem Marey'schen Sphygmographen, gleichkommt.[1]) Die geringste Elasticitätsänderung am Kautschuk muss Messungen, wie die von uns durchgeführten, ganz unvergleichbar machen.

Es ist nach dem Gesagten leicht verständlich, dass keine der eben erwähnten Methoden Bequemlichkeit und Sicherheit in genügendem Maasse vereinigte, um sich in klinischen und ärztlichen Kreisen wirklich einbürgern zu können. Bei der grossen Bedeutung, welche die zeitmessende quantitative Pulsanalyse mehr und mehr gewinnt, muss daher ein Apparat, der in so hohem Grade Bequemlichkeit und Genauigkeit verbindet wie der von Dr. A. Jaquet neuerdings construirte Sphygmochronograph, als eine sehr werthvolle Bereicherung des klinisch-wissenschaftlichen Instrumentariums begrüsst werden.

Der Jaquet'sche Apparat, wodurch die Sphygmographie in ein neues und exactes Stadium tritt, war für mich die Anregung, ein Thema aus der quantitativen Pulsanalyse, nämlich die Frage nach den Veranlassungen der pathologischen Dikrotie, zu bearbeiten. Da ich im Verlaufe vorliegender Arbeit Gelegenheit hatte, über die Leistungen des Sphygmochronographen, der zu allen meinen Untersuchungen gedient hat, eingehende Erfahrungen zu sammeln, und da mir überdies Herr Dr. A. Jaquet selbst mannigfache Rathschläge freundlichst zu Theil werden liess, so erlaube ich mir vorerst in Nachfolgendem eine ausführliche Beschreibung des Sphygmochronographen, sowie einige technische Winke zur Anwendung desselben zu geben.

Der Sphygmochronograph und die Aufnahme der Curven.

Der Sphygmochronograph ist zuerst in der Zeitschrift für Biologie 1891. Bd. XXVIII. S. 29 von Jaquet beschrieben worden; ich wiederhole hier das Wesentlichste, da eine Beschreibung in der klinischen Literatur noch fehlt. Der Apparat schliesst sich in seinem Bau dem Sphygmographen von Dudgeon[2]) an. Die Vorzüge dieses

1) Vgl. übrigens einige hierauf bezügliche Angaben bei C. Angerstein, Archiv f. wissenschaftl. u. prakt. Thierheilkunde. Bd. XV. S. 441.

2) Besprechungen des Dudgeon'schen Sphygmographen finden sich in: 1) Schliep, Der Dudgeon'sche Sphygmograph. Berl. klin. Wochenschr. 1880. — 2) Spengler, Die Veränderungen der Radialiscurve während und nach Aenderungen der Körperstellung. Dissert. Zürich 1887. — 3) Laine, Etude comparée

Apparates anderen gebräuchlichen Pulszeichnern gegenüber sind seine kurze Druckfeder, die von Eigenschwingungen frei und durch einen Excenter regulirbar ist, und der mit minimaler und zugleich constanter Reibung arbeitende Schreibhebel; derselbe registrirt die Curven mit verticalen Ordinaten; vortheilhaft ist ferner, dass Papierstreifen von 40—50 Cm. Länge ohne Unterbrechung beschrieben werden können. An diesem Sphygmographen wurde nun das Triebwerk, welches den Papierstreifen durchzieht, verstärkt, damit sein Gang durch kleine Reibungswiderstände möglichst wenig beeinflusst werde; dieses treibende Uhrwerk geht etwa 5 Minuten.

Der Hebel *b* dient dazu, das Triebwerk in Gang zu setzen oder zu arretiren. Schon Knoll und Grunmach haben ferner in ihren Polygraphen dem Bedürfniss Rechnung getragen, für zeitmessende Versuche eine grössere Geschwindigkeit zu haben, als für blosse allgemeine Auffassung der Pulsbilder, deren Charaktere bei kürzeren Pulscurven besser hervortreten, als bei den langgestreckten des raschen Ganges. Bei Knoll kann das langsamere Uhrwerk gegen ein schneller gehendes vertauscht werden, bei Grunmach lässt sich die Stellung des Schreibcylinders zum Uhrwerk verändern.

Viel besser und bequemer entspricht der Jaquet'sche Sphygmochronograph diesem Bedürfniss. Mitten im Laufe, ohne den Fortgang der Registrirung im Mindesten zu stören, kann durch blosse Verstellung des kleinen Hebels *a* die gewöhnliche Geschwindigkeit von 1 Cm. pro Secunde mit einer solchen von 40 Secunden Millimeter vertauscht werden und umgekehrt, so dass ein und derselbe Papierstreifen ohne Unterbrechung abwechselnd mit kurzen und langen Pulscurven beschrieben werden kann.

Die Hauptveränderung, welche an dem Dudgeon'schen Sphygmographen angebracht wurde, und welche dem Sphygmochronographen seinen eigentlichen Charakter als Präcisionsinstrument verleiht, ist das Vorhandensein einer graphischen Zeitregistrirung. Im Gehäuse *A* befindet sich nämlich noch ein zweites Taschenuhrwerk mit Ankerhemmung, welches seine Bewegungen dem Kniehebel *s* mittheilt. Jede Schwingung der Unruhe setzt den Hebel *s* in Bewegung und wird so auf dem berussten Papierstreifen gleichzeitig mit der Pulscurve registrirt; das Gegengewicht *o* bringt den Hebel wieder in seine ursprüngliche Lage zurück. Die Zeit wird in Intervallen von 0,2 Secunden verzeichnet. Die Genauigkeit dieser Zeit-

---

du Sphygmogr. de Marey et du Sphygmogr. de Dudgeon. Dissert. Nancy 1888. — 4) Langendorff, Physiologische Graphik. Leipzig und Wien 1891. S. 229.

registrirung ist, wie aus besonderen Controlversuchen von Jaquet hervorgeht, eine sehr grosse. Dies ist schon daraus ersichtlich, dass der mit demselben zeitregistrirenden Mechanismus ausgestattete „gra-

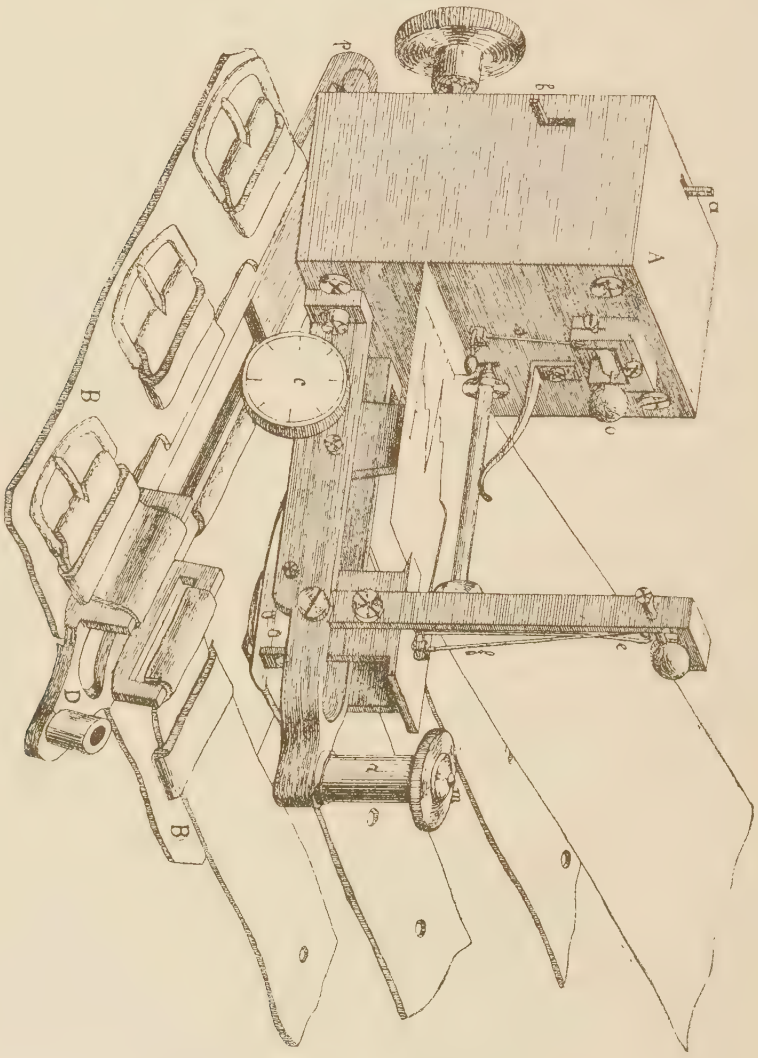

Fig. 1.

phische Chronometer", über dessen Leistungen Jaquet (l. c. S. 8) sehr genaue Controlversuche an vier Exemplaren angestellt hat, für je $^2/_5$ Secunden blos wahrscheinliche Fehler zwischen 0,00022 und 0,0006 Secunden aufwies.

Als ferner Jaquet (l. c. S. 33) auf den Papierstreifen des Sphygmochronographen gleichzeitig mit dessen eigener Zeitregistrirung die Zeitmarken eines sehr genauen graphischen Chronometers verzeichnete (möglicher Fehler 0,0032), fand er nur 2mal in 24 Beobachtungen Abweichungen von den Markirungen des Chronometers im Betrag von mehr als 0,1 Mm., d. h. 0,0025 Secunden; auch diese überstiegen nicht 0,005 Secunden. Sehr wahrscheinlich steht die Genauigkeit der Zeitmarkirung kaum hinter derjenigen zurück, mit welcher bei 40 Mm. Secundengeschwindigkeit die Abscissenlängen gemessen werden können. Auf diese Weise ist der störende Einfluss allfälliger Stockungen im Gange des Apparates beseitigt, und die Curven können mit grösster Genauigkeit gemessen werden.

Die Vorrichtung zur eigentlichen Pulsregistrirung besteht aus einer kurzen, breiten Druckfeder, deren Druck durch einen mit dem Knopf *c* verbundenen Excenter regulirbar ist; der Hebelcomplex *e*, *f* überträgt die Bewegungen der Druckfeder auf die Schreibnadel. — Die Befestigungsvorrichtung ist von dem Apparat selbst unabhängig; sie besteht aus einer Manchette *B*, welche durch Riemen auf dem Vorderarm festgeschnallt wird. Diese Manchette trägt eine in ihrer Mitte der Länge nach gefensterte Platte *D*. Am hinteren Ende der Platte *D* befindet sich eine Hohlrinne, in welche das am Ellbogenende des Apparates angebrachte cylindrische Stück *p* geschoben werden kann, so dass beide Stücke eine Art Charnier bilden, das zur Befestigung des Apparates auf seinem Fusse dient. Die vollständige Fixirung wird durch die Schraube *m* erzielt. Eine Spiralfeder mit einer beweglichen Druckplatte, welche beim Drehen der Schraube *m* auf die Platte *D* Gegendruck ausübt, bewirkt ferner, dass durch Drehung der Schraube *m* die Schreibnadel genau eingestellt werden kann.

Ich arbeite nun seit einem Jahre mit dem beschriebenen Apparate und habe von Gesunden und Kranken viele Hunderte von Curven aufgenommen: in keinem Falle ist die Herstellung brauchbarer Curven misslungen. Namentlich hat sich die Unabhängigkeit der Befestigungsplatte von dem Apparate selbst als sehr praktisch erwiesen; es ermöglichte dies, nach stundenlangen Zwischenräumen mit der Druckfeder wieder genau dieselbe Stelle der Arterie zu treffen. Trotzdem bedarf es grösster Vorsicht in Bezug auf Spannung der Haut und Vermeidung jeder Verschiebung, um immer völlig vergleichbare Curven zu erhalten, und selbst dann darf man ja nicht etwa glauben, bei zwei nach einander aufgezeichneten Curven aus der Vergleichung der absoluten Pulshöhen irgend welche Schlüsse ziehen zu dürfen.

Der Einfluss der geringsten Verschiebung, wodurch die Arterie für die Druckfeder mehr oder weniger zugänglich wird, macht sich gerade an der absoluten Höhe der Gipfel in besonders weitgehendem Maasse geltend. Vor Allem ist darauf zu achten, dass die Arterie genau unter der Mitte der Druckfeder liegt. Hat man einmal das Richtige getroffen, so empfiehlt es sich, die betreffende Stelle mit einem Dermatographen zu markiren und bei späteren Versuchen diese Marke genau in die Mitte des Schlitzes einzustellen.

Von grossem Einfluss auf die Höhe der Curven und die Treue der Detailzeichnung ist ferner die Federspannung. Die Kraft, mit welcher die Pelotte auf die Arterie drückt, muss zwischen ziemlich weiten Grenzen variirt werden können; je nach der Weichheit des Pulses oder dem Widerstand der die Arterie umgebenden Theile erhält man die deutlichsten Bilder bei sehr verschiedenem Federdruck; der tastende Finger beurtheilt, wie ich mich durch eigene Erfahrung überzeugt habe, diese Verhältnisse durchaus nicht immer richtig. Schon Dudgeon hat daher seinem Instrument, welches die Grundlage des Sphygmochronographen bildet, einen Excenter beigegeben, mittelst dessen man die Druckfeder in grösserer oder geringerer Entfernung von der Pelotte unterstützen und dadurch ihren wirksamen vorderen Theil verkürzen oder verlängern, somit ihre elastische Kraft variiren kann. Diesen Excenter hat Jaquet adoptirt, jedoch nur zu dem oben angegebenen Zwecke, durchaus nicht etwa, wie der Dudgeon'sche Excenter von manchen Seiten aufgefasst wird, um mit Hülfe desselben irgend welche quantitative Aufschlüsse über Blutdruck, Pulsgrösse oder sonstige mechanische Factoren des Kreislaufs zu erhalten. Obgleich der Excenter des Sphygmochronographen also durchaus zu keinerlei Messungen dienen soll, hat Jaquet an demselben einige Theilstriche angebracht, um bei wiederholten Versuchen die Wiederauffindung der einmal ausprobirten richtigen Federspannung zu erleichtern.

Zur Feststellung der Hand während des Curvenzeichnens bediente ich mich eines Armhalters mit Handgriff, welche Vorrichtung mir namentlich bei Schwerkranken die Aufnahme der Curven wesentlich erleichterte.

Trotz aller dieser Hülfsmittel erfordert es, wie bei allen ähnlichen Apparaten, auch beim Sphygmochronographen etwas Uebung und Ausprobiren, um rasch und sicher correcte Curven zu erhalten; auch ist nicht überflüssig, zu bemerken, dass das Jaquet'sche Instrument gegen Stösse und sonstige Misshandlung gerade so empfindlich ist, wie die Taschenuhr, von welcher es abstammt.

Messung der Curven.

Zur Ausmessung der Curven benutzte ich den von Jaquet angegebenen und abgebildeten (l. c.) Curvenanalysator. Das Princip dieses Apparates beruht nach Jaquet einfach darauf, dass ein mit einem Fadenkreuz versehenes Mikroskop, durch welches man auf den zu messenden Punkt visirt, nach zwei genau auf einander senkrechten Richtungen verschoben wird. — Auf einem eisernen Tischchen ist eine sehr genau gearbeitete und fein verstellbare doppelte Schlittenvorrichtung angebracht, welche ein einfaches Mikroskop mit Fadenkreuz trägt. Die Messung geschieht, indem man, unter entsprechender Verschiebung des einen oder anderen Schlittens, den Kreuzungspunkt des Fadenkreuzes successive auf die beiden Punkte einstellt, deren Entfernung in der Abscissen- oder Ordinatenrichtung man bestimmen will, und sodann an der Scala mit Nonius, welche jeder Schlitten besitzt, die Verschiebung abliest. Der die Curve enthaltende Papierstreifen wird durch kleine Federn auf eine obere Tischplatte angedrückt, welche gegen den festen Tisch des Apparates durch Schraube mit Gegenfeder um eine verticale Axe drehbar ist, so dass die Abscisse der Curve mit der Schlittenaxe parallel gestellt werden kann. Eine feine Schreibspitze, beweglich angebracht, ermöglicht das Ziehen correcter Ordinaten und Abscissen. Genauere Beschreibung und Abbildung siehe in der oben citirten Abhandlung von Jaquet.

Der Curvenanalysator gestattet ein sehr genaues und sicheres Messen bis auf 0,05 Mm.; da jedoch sein Gebrauch etwas zeitraubend ist, so wird es sich für manche Zwecke empfehlen, eine gute, auf Glas geätzte Millimeterscala zu verwenden; sogar ein Zirkel dürfte genügen, wenn es sich blos darum handelt, die Längen ganzer Pulse zu messen. Sollten aber die Zeitwerthe für Theilstücke von Pulscurven gemessen werden, deren Anfangs- oder Endpunkte in verschiedenen Höhen über der Abscisse liegen, so ist der Gebrauch des Curvenanalysators nicht zu umgehen.

Da der Gang des treibenden Uhrwerks im Verlauf einer Curvenaufnahme nicht ein absolut gleichförmiger ist, ergiebt sich die Nothwendigkeit, die mittlere Geschwindigkeit des Triebwerkes zu bestimmen. Ich nahm zu diesem Zweck gewöhnlich 16—20 Messungen von je $^1/_5$ Secunde der Zeitregistrirung vor und fand, dass die Geschwindigkeit in der Mitte der Papierstreifen am gleichmässigsten war. Die Endwerthe für den Verlauf von $^1/_5$ Secunde schwankten gewöhnlich höchstens um 0,3 Mm. Als mittlere Geschwindigkeit für den Verlauf von $^1/_5$ Secunde ergaben sich Werthe von 7,8—8,3 Mm.,

je nachdem nämlich das Triebwerk vor der betreffenden Curvenaufnahme unvollständig oder vollständig aufgezogen worden war. Der Ablauf des Triebwerkes geschieht am regelmässigsten, wenn dasselbe vor jeder Curvenaufnahme vollständig aufgezogen wird. Für die meisten Fälle ist das angegebene Verfahren der Berechnung eines Mittelwerthes für 1/5 Secunde hinlänglich genau. Ist 0,2 Secunde gleich einer Länge von 7,8 Mm., so entspricht die eben erwähnte Abweichung von 0,3 Mm. zwischen den Endwerthen einer Curvenreihe einem Zeitabschnitt von 0,008 Secunden. Es darf jedoch dieses Verfahren nur dann angewendet werden, wenn man durch Messung der Zeitmarken sich überzeugt hat, dass keine gröberen Unregelmässigkeiten durch fehlerhaften Gang des Uhrwerks vorkommen.

In solchen Fällen, sowie überhaupt bei allen Untersuchungen, welche höheren Anforderungen von Genauigkeit genügen sollen, ist die zu jedem Curvenabschnitt gehörige Zeitmarke zu Grunde zu legen.

Um die aus den Messungen in Millimetern gefundenen Werthe in Secunden umzurechnen, hat man einfach folgende Rechnung anzustellen: Die gesuchte Zahl in Secunden verhält sich zu dem durch Messung gefundenen Werthe a, wie 0,2 zur mittleren Geschwindigkeit für 1/5 Secunde b. —

$$x \text{ (Sec.)}: a \text{ (Mm.)} = 0{,}2 \text{ Sec.}: b \text{ (Mm.)}$$

$$x = \frac{a \,.\, 0{,}2}{b}.$$

Bestimmung der Pulsfrequenz.

Zuerst stellte ich mir die Aufgabe, zu untersuchen, inwieweit die nach der eben angeführten Methode bestimmte Pulsfrequenz mit den Angaben übereinstimmt, welche man durch blosses Zählen der Pulsationen erhält. Ich führte meine Bestimmungen an 78 Curvenreihen aus. In jedem Fall wurden 8—10 Einzelcurven gemessen und danach die Pulsfrequenz pro Minute bestimmt. Die Pulszählungen nahm ich in jedem Falle zweimal vor, einmal vor, das zweite Mal nach Aufnahme der Curve. Gezählt wurde während 1/2 Minute. An der Spitze der Tabelle I stehen fünf Messungsergebnisse (Fall I—V) von Curvenreihen nicht fiebernder Individuen. Die übrigen Berechnungen entstammen sämmtlich Curvenreihen von Individuen mit acuten,

Anm. Der Sphygmochronograph und der Curvenanalysator können bezogen werden durch F. Runne, Mechaniker, Steinenthorstrasse 41, Basel; derselbe liefert auch leicht transportable Kästchen, in denen eine Hürthle'sche Lampe, ein Armhalter, eine Anzahl aufgespannter Papierstreifen und weitere zur Herstellung von Pulscurven nöthige Dinge enthalten sind.

fieberhaften Krankheiten. Die erste verticale Zahlenreihe der Tabelle I enthält die gezählte Pulsfrequenz pro Minute; in der zweiten ist die berechnete Zahl angegeben und in der dritten die Differenz zwischen beiden Zahlen. Als positiv ist dieser Unterschied bezeichnet, wenn die berechnete Zahl grösser ist als die gezählte, als negativ im umgekehrten Falle.

Wie aus Tabelle I hervorgeht, stimmen die gezählte und die berechnete Pulsfrequenz nur in wenigen Fällen genau überein; nehme ich willkürlich an, dass eine Differenz von $\pm$ 3 vernachlässigt werden darf, und sehe in diesen Fällen Zählung und Berechnung als übereinstimmend an, so ergiebt sich, dass in 39, also in der Hälfte der Fälle die Differenz mehr als 3 beträgt. In 32 von diesen 39 nicht übereinstimmenden Fällen war die gezählte Pulsfrequenz 100 oder mehr pro Minute, also eine hohe. — Da ich seit anderthalb Jahren auf einer Abtheilung von 60—80 Kranken als Assistenzarzt thätig bin, glaubte ich im Zählen der Pulsfrequenz einigermaassen geübt zu sein; in den angeführten Fällen hatte ich gehofft, diese Zählung besonders genau vorgenommen zu haben, und war daher durch die erwähnten Resultate überrascht.

Diese Abweichungen könnten zwei Ursachen haben: entweder nämlich ist bei hoher Pulsfrequenz die Leistungsfähigkeit des Tastsinns ungenügend, und es wurde daher falsch gezählt, oder der Rhythmus der Herzschläge wechselt innerhalb einer Minute so sehr, dass man aus 10 Pulsationen nicht die Pulsfrequenz pro Minute berechnen darf. Bei meinen zahlreichen Messungen konnte ich wohl Verschiedenheiten in der Dauer einzelner Pulse nachweisen, aber doch nicht in dem Maasse, dass aus denselben die Differenzen von 10—14 Pulsationen pro Minute zwischen Zählung und Messung entstanden sein könnten.

Wir neigen uns daher zu der Ansicht, dass es vor Allem die weiche und doppelschlägige Beschaffenheit des Fieberpulses ist, welche die Pulszählung unsicher macht und die oben erwähnten Differenzen herbeiführt.

Die Regelmässigkeit des Pulses.

Wie oben erwähnt wurde, hat sich Vierordt[1]) eingehend mit der Regelmässigkeit des Pulses beschäftigt; über den Werth seiner Methode habe ich mich schon ausgesprochen; es wäre aber gewiss angezeigt, die höchst bemerkenswerthen Ergebnisse Vierordt's mit dem Sphygmochronographen nachzuprüfen.

1) l. c. S. 81 u. ff.

Ich habe nun in 10 Curvenreihen von Gesunden und in 75 Curvenreihen von fiebernden Kranken die Dauer einiger aufeinanderfolgender Gesammtpulse gemessen. Es war nicht meine Absicht, eine erschöpfende Untersuchung über den Gegenstand anzustellen; es wäre in diesem Gebiete eine Arbeit für sich auszuführen, die mit aller Sorgfalt und Gründlichkeit behandelt werden muss und nicht nur nebenbei angestellt werden darf. Durch vorliegende Messungen wollte ich mich nur einigermaassen orientiren, ob in der Dauer aufeinanderfolgender Pulse überhaupt merkliche Unterschiede bestehen. Es wäre zu weitläufig, die Ergebnisse aller meiner Messungen hier wiederzugeben; ich werde daher nur einen kleinen Theil meiner Zahlen beispielsweise anführen.

In der ersten verticalen Zahlenreihe der Tabelle II stehen die Angaben der Dauer eines Gesammtpulses in Secunden; daneben ist die jedesmalige Differenz zweier sich folgender Pulsdauern berechnet.

Die zweite verticale Reihe enthält die berechnete Pulszahl pro Minute und die dritte das Verhältniss der Respirations- zur Pulsfrequenz. Aus diesen Beispielen geht hervor, dass bei nicht fiebernden und bei fiebernden Individuen in der Dauer der sich folgenden Pulse beträchtliche Verschiedenheiten bestehen (vergl. Tab. II). Dazu ist beizufügen, dass der Puls in allen Fällen als ein regelmässiger gefühlt wurde. Von der Richtigkeit der Messungen habe ich mich stets nach Ausrechnung der Resultate durch eine zweite Controlmessung überzeugt. Periodische Folge kürzerer oder längerer Pulse im Sinne Vierordt's konnte ich aus meinen Ergebnissen nicht erkennen. Bei allen meinen Untersuchungen habe ich die Respirationsfrequenz pro Minute gezählt, um bestimmen zu können, ob sich im Rhythmus des Pulses eine mit derselben im Verhältniss stehende Periodicität finden lasse. Riegel und zahlreiche andere Forscher haben selbst bei ruhiger Athmung einen deutlichen Einfluss der Athembewegungen auf die Form der Pulscurve festgestellt. In den von mir beobachteten Fällen scheint jedoch der Rhythmus der Herzschläge durch die Athmung nicht beeinflusst zu werden. Allerdings könnte man einwenden, dass die Zahl meiner aufeinanderfolgenden Messungen eine zu kleine sei, um daraus einen endgültigen Schluss zu ziehen. Wenn wir aber berücksichtigen, dass auf eine Athembewegung 3—4 Pulse kommen, so müsste man in 8—10 aufeinanderfolgenden Pulsen den Einfluss der Athmung erkennen können. Es ist jedoch jedenfalls wünschenswerth, diese Frage noch näher zu studiren und grössere Pulsreihen zu messen, wozu man mit Vortheil den langsamen Gang des Sphygmochronographen verwenden wird; die so

gewonnenen Curven können doch immerhin mit einer Genauigkeit von 0,01 Secunden gemessen werden, welche für solche Bestimmungen vollständig ausreicht. Um zu diesem Zweck mit der grösseren Geschwindigkeit arbeiten zu können, müssten Papierstreifen von 60 bis 80 Cm. Länge in Anwendung kommen (die meinigen sind blos 32 Cm. lang).

Zwischen dem Grad der Unregelmässigkeit bei fiebernden und nicht fiebernden Individuen besteht in meinen Fällen kein erheblicher Unterschied. Es könnte aber von Wichtigkeit sein, zu bestimmen, zwischen welchen Grenzen diese Unregelmässigkeiten bei gesunden Individuen schwanken, und von welchem Punkte an die Schwankungen auf pathologische Verhältnisse zu beziehen sind. Man würde vielleicht dadurch werthvolle Anhaltspunkte für die frühzeitige Diagnose von nervösen oder musculären Störungen des Herzens gewinnen.

Die Dikrotie des Pulses und eine Methode zur Bestimmung derselben.

Unter allen von der normalen, physiologischen Pulscurve abweichenden Formen spielt in der Pathologie die Dikrotie die wichtigste Rolle. Selbstverständlich darf die Pulsdikrotie durchaus nicht, wie es von einigen Autoren geschehen ist, als ein pathognomisches Zeichen gewisser krankhafter Zustände angesehen werden. Der normale Puls kann beliebig in einen dikroten übergeführt werden durch Umstände, die, wie Anfüllung des Magens mit Speisen oder locale Wärmeapplication, ein Sinken des Gesammtblutdruckes oder einen Nachlass des Tonus einzelner Gefässgebiete bedingen. Da aber die Dikrotie des Pulses in fieberhaften Zuständen eine sehr häufige Erscheinung ist, habe ich versucht, eine Methode auszuarbeiten, welche mir gestattete, diese Erscheinung zu analysiren und die Bedingungen anzugeben, unter welchen dieselbe auftritt.

Wolff nennt „grosse Incisur“ dasjenige Curventhal, welches sich vor der dikroten Erhebung befindet; je nach der Tiefe dieser grossen Incisur werden von ihm drei verschiedene Grade von Dikrotie unterschieden: reicht nämlich die grosse Incisur bis zur Curvenbasis, so ist die Curve vollkommen dikrot; reicht die grosse Incisur bis nahe zur Curvenbasis, und besteht eine erhebliche dikrote Erhebung, so wird die Curve unvollkommen dikrot oder unterdikrot genannt; steigt die grosse Incisur schliesslich unter die Curvenbasis, so heisst die Curve überdikrot. — Es lag mir nun daran, den Grad der Dikrotie durch Zahlen auszudrücken; zu diesem Zweck wurde folgendermaassen verfahren: In Figur II sei eine dikrote Pulscurve gegeben, so be-

zeichne ich mit *a* den Anfangspunkt ihrer primären Elevation, mit *b* den Gipfelpunkt derselben, mit *i* den tiefsten Punkt der grossen Incisur und mit *c* den Gipfelpunkt der dikroten Erhebung. In den mit dem Sphygmochronographen gezeichneten Pulscurven wird gleichzeitig mit der Zeitregistrirung über der Curve eine Abscissenlinie gezeichnet. Da hier nicht nur Abscissen-, sondern auch Ordinatenlängen zu messen sind, so empfiehlt sich hier die Anwendung des Curvenanalysators ganz besonders. Mit Hülfe seiner Vorrichtung zur Messung von Ordinatenhöhen wurden die Abstände der Punkte *a, b, i, c* und *a'*, von der Abscissenlinie gemessen. Um nun die Curve in ihr wirkliches Coordinatensystem zurückzubringen, d. h. mit dem Punkte *a* als Nullpunkt für Ordinaten und Abscissen, brauchte ich nur die gemessenen Werthe *ob*, *oi*, *oc* von *oa* abzuziehen; auf diese Weise erhielt ich die wirklichen Werthe x, m und p der gesuchten Ordinatenhöhen:

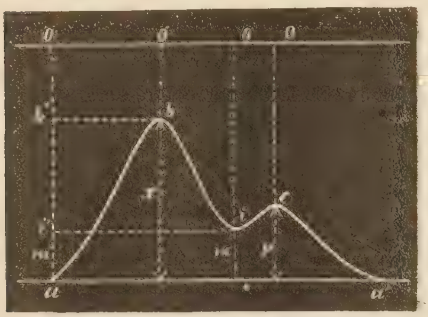

Fig. 2.

$$x = oa - ob$$
$$m = oa - oi$$
$$p = oa - oc.$$

Der Grad der Dikrotie wird also durch den Werth von m bestimmt. Wird nun m positiv, wie in Fig. 2, so ist die Curve unterdikrot, wird $m = o$, so ist die Curve vollkommen dikrot, und ergiebt sich für m ein negativer Werth, so ist die Curve als überdikrot zu bezeichnen. Die Ausdrücke „Unter- und Ueberdikrotie" geben leicht zu Missverständnissen Anlass; ich schlage daher an ihrer Stelle die Bezeichnungen positive, mittlere und negative Dikrotie vor. Diese Bezeichnungen haben anderen Synonymen wie „katakrot und anakrot" gegenüber den Vortheil, dass sie über ihre weitere Bedeutung gar nichts voraussetzen.

Die auf diese Weise für m erhaltenen Werthe sind absolute Zahlen und geben eine Distanz in Millimetern an; nun ist aber die Dikrotie einer Pulscurve keine absolute Grösse, sondern nur ein relativer Werth, der hauptsächlich von der Höhe der Curve abhängt. Ist z. B. $x = 12$ und $m = 2$, so beträgt m blos $^1/_6$ der Curvenhöhe; ist in einem anderen Falle $x = 6$ und $m = 2$, so beträgt m $^1/_3$ der Curvenhöhe; obwohl also in beiden Fällen der Werth für m derselbe ist, so ist klar, dass die Dikrotie im ersten Falle viel hochgradiger ist, als im zweiten. Die erhaltenen Zahlen für m sind also nicht mit einander vergleichbar; als vergleichbares Maass der Dikrotie muss

daher eine Verhältnisszahl gewählt werden und zwar das Verhältniss von m zur Curvenhöhe x. Mit D bezeichne ich also das Verhältniss $\frac{m}{x}$. Je nachdem m positiv, negativ oder gleich Null ist, wird D durch eine positive oder negative Decimale ausgedrückt oder ist gleich Null.

Verhältniss der Dikrotie zur Körpertemperatur.

Wolff hat gezeigt, dass mit dem Steigen der Körpertemperatur sich gleichzeitig aus der normalen Pulscurve allmählich eine unterdikrote, vollkommen- und schliesslich überdikrote (positive, mittlere und negativ dikrote) Curve entwickle, und zwar gab er an, dass im Allgemeinen bei einer Temperatur von 38,7 ° die Curve unterdikrot (+ dikrot) werde, dass vollkommen (mittlere) dikrote Curven bei Temperaturen von 38,7 ° bis 40,5 ° zu finden seien, und dass endlich bei einer Temperatur von über 40,5 ° die Curve überdikrot (—dikrot) sei. Riegel[1]) bestätigt, dass im Allgemeinen mit dem Steigen der Temperatur gleichzeitig sich die Curven in der oben genannten Reihenfolge umändern; hingegen widerspricht er der Ansicht Wolff's, dass einer bestimmten Temperatur in allen Fällen eine gleiche Pulsform entspräche.

In Tabelle III sind die Ergebnisse meiner Messungen der Dikrotie D zusammengestellt; daneben steht die jeweilige Körpertemperatur aufgezeichnet. Von jeder Curvenreihe wurden gewöhnlich vier Einzelpulse zur Bestimmung der Dikrotie ausgemessen.

Um die Uebersicht zu erleichtern, rechne ich zu + dikroten diejenigen Curven, bei welchen eine Dikrotie von +0,05 oder mehr in drei der vier ausgemessenen Einzelpulsen besteht, zu den — dikroten diejenigen Curven, bei welchen die Dikrotie — 0,05 oder mehr beträgt. Alle Curven hingegen, bei welchen eine Dikrotie von + oder — 0,05 vorhanden ist, sind zu der mittleren Dikrotie gerechnet. Eine nähere Betrachtung der Zahlenangaben zeigt nun, dass in 30 Fällen + Dikrotie besteht: in 7 von diesen 30 Fällen beträgt die Temperatur 39,7° oder mehr. Ferner finden sich 25 mitteldikrote Curven: in 16 von diesen 25 ist die Temperatur entweder unter 39,7° oder über 40,5°; schliesslich finden sich 17 negativ dikrote Curven; in keinem von diesen 17 Fällen beträgt jedoch die Temperatur 40,5° oder mehr. Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich, dass in meinen Fällen der Grad der Dikrotie und die Temperatur nicht in dem von

1) Ueber die Bedeutung der Pulsuntersuchung. Volkmann's klin. Vorträge. Nr. 144—145. 1878.

Wolff angegebenen Umfang von einander abhängig sind, vielmehr stimmen meine Beobachtungen mit den Angaben Riegel's überein. Es ergiebt sich nämlich, dass der Grad der Dikrotie im Allgemeinen nicht nur bei verschiedenen Individuen von der Höhe der Temperatur unabhängig ist, sondern auch, dass sich bei demselben Individuum diese Unabhängigkeit nachweisen lässt. So besteht z. B. in Fall I Nr. 6 mittlere Dikrotie bei 39,0° und in Nr. 8 + Dikrotie bei 39,8°. In Fall V findet sich in Nr. 24 und 27 bei 39,0° einmal +, das zweite Mal — Dikrotie; in Nr. 25 und 26 entspricht 40,2° mittlere und 40,0° — Dikrotie; in Fall VIII ist in Nr. 40 bei 40,4° mittlere, in Nr. 41 bei 40,3° — Dikrotie berechnet; in Fall X findet sich in Nr. 56 bei 39,2° —, in Nr. 57 mittlere Dikrotie, ferner in Nr. 60 deutliche — Dikrotie bei 38,6°, in Nr. 59 bei 39,0° schwächer — und in Nr. 61 bei 39,0° mittlere Dikrotie; schliesslich ergab sich in Fall XI in Nr. 68 bei 40,3° mittlere und in Nr. 69 bei 40,0° — Dikrotie.

Verhältniss der Dikrotie zu der Frequenz des Pulses.

Mit der Erhöhung der Körpertemperatur geht fast in allen Fällen eine Vermehrung der Pulszahl einher; es könnte also vermehrte Pulszahl ein Factor sein, welcher bei dem Zustandekommen der Dikrotie eine Rolle spielt. Ich habe nun dieselben Fälle, die mir zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Dikrotie und Körpertemperatur dienten, zur Untersuchung des Verhältnisses zwischen Dikrotie und Pulsfrequenz benutzt. Die Pulsfrequenz wurde, wie schon angegeben, aus den Messungen von 10 Einzelcurven für eine Minute berechnet. Dabei habe ich folgende Resultate erhalten (s. Tabelle III): In 40 Fällen beträgt die Pulszahl pro Minute 100 oder mehr; in 16 von diesen 40 Fällen besteht +, in 14 mittlere und in 10 — Dikrotie. In 32 Fällen beträgt die Pulszahl weniger als 100; davon zeigen 14 Fälle +, 11 mittlere und 7 — Dikrotie. Ein bestimmter Zusammenhang zwischen Pulszahl und Grad der Dikrotie scheint demnach nicht zu bestehen. Immerhin fällt auf, dass in denjenigen Fällen, in welchen sich starke — Dikrotie findet, fast immer die Pulszahl eine hohe ist. Zu vergleichen die Rubriken 18, 23, 26, 27, 33, 34, 36, 41, 43, 56 und 58.

Dieses Zusammentreffen der — Dikrotie mit hoher Pulsfrequenz hat aber nichts Befremdendes, wenn man sich das Zustandekommen derselben als durch Interferenz zweier aufeinanderfolgender Pulsationen entstanden denkt. Der arterielle Druck hat weniger Zeit gehabt, durch Abfluss nach den Capillaren zu sinken, bevor ihn die nächste Pulswelle wieder in die Höhe treibt; dies kann so weit gehen, dass

der Fusspunkt der neuen Hauptwelle höher als der Fusspunkt der dikrotischen Welle zu liegen kommt, und es kann dadurch auch bei einem sonst ziemlich normalen Pulse das Bild einer — Dikrotie entstehen. — Wenn auch diese Annahme noch nicht bewiesen ist, so scheint sie mir einfacher und natürlicher, als die Ansicht, welche die — Dikrotie oder „Anakrotie“ in die Systole des Herzens verlegt.[1]) Das blosse Betrachten einer Curvenreihe mit — Dikrotie zeigt schon, wie die Curve, welche nach der dikroten Erhebung einen flachen Charakter angenommen hatte, im Punkte *a* wieder plötzlich viel steiler wird. Bestimmt man ferner die Entfernung vom Gipfel der Hauptwelle *b* zum Gipfel der dikroten Welle *c*, so findet man bei — dikroten Curven Werthe, die mit den entsprechenden Werthen von mittlere Dikrotie zeigenden Curven übereinstimmen. Wolff erwähnt ebenfalls, dass Abnahme der Curvenlänge durch vermehrte Pulsfrequenz mit dazu beitrage, die Curve — dikrot zu gestalten.

Fig. 3.

Nicht in allen Fallen von — Dikrotie besteht jedoch zugleich hohe Pulsfrequenz; im Gegentheil habe ich Fälle gefunden, bei denen die Dikrotie ziemlich stark — ausfiel und die Pulsfrequenz eine verhältnissmässig geringe war; z. B. Tabelle III in Nr. 15, 56, 58. Es sind also offenbar ausser der grossen Pulszahl noch andere Bedingungen vorhanden, welche bei der Entstehung der — Dikrotie eine Rolle spielen. Die normale Pulscurve wird in hohem Grade vom Blutdruck im Allgemeinen und von dem Spannungszustand der Gefässe in dem betreffenden Bezirke beeinflusst. Dass diese Verhältnisse auch einen entscheidenden Einfluss auf den Grad der Dikrotie ausüben, ist sehr wahrscheinlich. Durch Nachlass des Gefässtonus ist der Widerstand, welchen die Arterienwand der Ausdehnung durch die vorübergehende Blutwelle entgegensetzt, vermindert, und bei gleichbleibender Herzthätigkeit wird der Ausschlag der Feder des Sphygmographen

1) Landois, l. c. S. 254.

ein grösserer. — Wie schon Moens[1]) und seither auch Grunmach[2]) gezeigt haben, nimmt mit sinkendem Blutdruck, entsprechend der gekrümmten Dehnungscurve der Arterienwand, der Elasticitätsmodulus derselben ab, so dass dieselbe oder sogar eine kleinere absolute Druckänderung durch die dikrotische Welle eine grössere Erweiterung des Arterienrohres macht, als normal.

Dies ist nach Moens und Grunmach der Grund, weshalb gleichzeitig und in gleichem Sinne mit dem Blutdruck auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle zu- oder abnimmt.

Hürthle[3]) giebt ferner an, dass am Anonymapuls des Kaninchens der zweite Gipfel der Pulswelle — unsere dikrote Erhebung — seinen Ort an der primären Welle innerhalb weiter Grenzen zu ändern vermag und zwar in Abhängigkeit vom Blutdruck; steigt der Blutdruck, so rückt der zweite Gipfel mehr und mehr an den ersten heran und erhebt sich über denselben; fällt der Blutdruck, so findet das Umgekehrte statt. M. von Frey und Krehl[4]) erhalten an der Hundecarotis das Ergebniss, dass das zweite Maximum des Carotispulses um so näher an den Beginn der Pulscurve heranrückt und zugleich an Höhe zunimmt, je höher der Blutdruck ist.

Wäre es erlaubt, nach Analogie dieser Ergebnisse auf die Verhältnisse am menschlichen Radialpulse zu schliessen, so würde es sich also in den Curven um die Grösse des Abstandes der beiden Gipfel *b* und *c* handeln. Durch Ausmessung wäre die Länge von *bc* zu bestimmen, und aus der Grösse dieses Abstandes könnte man auf das Verhalten des arteriellen Blutdrucks einen Schluss ziehen. So nahe hier ein Analogieschluss auf den menschlichen Puls liegen mochte, so wollte ich doch lieber mit meinem Urtheil zuwarten, bis weitere experimentelle Beweise beigebracht werden konnten. Ich habe deshalb in dieser Richtung eine Reihe von Untersuchungen begonnen; die technischen Schwierigkeiten und andere Nebenumstände gestatteten mir jedoch nicht, dieselben zum Abschluss zu bringen.

Wie wir schon bei anderer Gelegenheit gezeigt haben[5]), beein-

---

1) Die Pulscurve. Leiden 1878. S. 105.

2) Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswellen. Du Bois-Reymond's Archiv. Physiol. Abth. 1879. S. 417. — Ueber die Beziehungen der Dehnungscurve elastischer Röhren. Archiv f. Physiologie. 1888. S. 128—129.

3) Ueber den Einfluss der Reizung von Gefässnerven auf die pulsatorische Druckschwankung in der Kaninchencarotis. Archiv f. Physiol. Bd. XLIII. S. 434.

4) Untersuchungen über den Puls. Du Bois-Reymond's Archiv. Physiolog. Abth. 1890.

5) Von der Mühll und Jaquet, Zur pharmakologischen Wirkung des Alkohols. Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. Nr. 15. 1891.

flussen Mittel, welche den Blutdruck herabsetzen, ohne die Frequenz der Herzschläge zu verändern, die Pulscurve in der Weise, dass die Gipfel der primären und dikroten Welle erheblich weiter auseinanderstehen, als in der normalen Pulscurve. Dieses Ergebniss stimmt mit den eben erwähnten Untersuchungen von Hürthle und von Frey überein, und ohne irgendwie in den noch schwebenden Fragen über Natur und Zusammenhang der secundären Pulswellen Partei zu nehmen, wollte ich in rein empirischer Weise untersuchen, wie sich der Abstand *bc* zwischen den beiden Gipfeln der Pulswelle in den verschiedenen Graden der Dikrotie verhält. Wie aus Tabelle IV hervorgeht, findet sich nun in den angeführten Beispielen folgendes Verhältniss: Bei deutlich —dikroten Curven ist der Abstand *bc* grösser als bei Curven mit mittlerer oder +Dikrotie. Vergleichen wir z. B. in Tabelle IV Nr. 58 und 61, so sehen wir im ersten Falle eine starke —Dikrotie mit einem maximalen Abstand *bc* zwischen beiden Curvengipfeln einhergehen; im zweiten Falle, wo die Dikrotie eine mittlere ist, eher sogar zur + geneigt, ist dieser Abstand viel geringer. Die —Dikrotie wäre also im ersten Falle durch niedrigen Blutdruck bedingt. Vergleichen wir ferner zwei Fälle wie Fall 56 und 26, so findet man für ungefähr dieselbe —Dikrotie im 1. Fall eine relativ geringe Pulsfrequenz, während im 2. Fall die Pulsfrequenz als eine hohe zu bezeichnen ist. Im 1. Fall (56) aber, wo das Zustandekommen der —Dikrotie nicht durch Interferenz infolge hoher Pulsfrequenz erklärt werden kann, ist der Abstand *bc* zwischen beiden Gipfeln grösser als im 2. Fall (26), und so könnte hier niedriger Blutdruck als Veranlassung für den —dikroten Puls beansprucht werden. Meine Bestimmungen sind jedoch viel zu spärlich, um irgend welchen endgültigen Schluss auf diese Beziehungen zu gestatten; sollten aber weitere Untersuchungen ergeben, dass Form der Pulscurve und Blutdruck in dieser Weise von einander abhängig sind, so wäre sphygmographischen Untersuchungen in manchen Fällen auch für die Beurtheilung pathologischer Zustände erneute und schwerwiegende Bedeutung zuzumessen.

Tabelle I.

	Zeit der Curven-aufnahme	Gezählt	Berechnet	Differenz
Fall I.				
27. III. 1891	p. m. 6.30	82	76	— 6
Fall II.				
30. III. 1891	p. m. 5.15	88	86	— 2
Fall III.				
11. V. 1891	p. m. 3.—	68	69	+ 1
Fall IV.				
16. V. 1891	p. m. 2.30	88	85	— 3
Fall V.				
16. X. 1891	a. m. 10.25	65	68	+ 3
Otto Schneider, Typhus abdominalis.				
22. I. 1891	p. m. 4.30	100	94	— 6
28. I. =	p. m. 12.20	100	92	— 8
29. I. =	p. m. 3.30	96	96	0
30. I. =	a. m. 11.40	104	101	— 3
1. II. =	p. m. 4.35	108	96	—12
3. II. =	a. m. 10.25	104	102	— 2
4. II. =	p. m. 7.—	106	102	— 4
5. II. =	a. m. 11.5	116	111	— 5
5. II. =	p. m. 5.15	104	104	0
6. II. =	p. m. 7.—	108	108	0
7. II. =	p. m. 5.—	112	105	— 7
9. II. =	p. m. 3.30	105	110	+ 5
Gottlieb Jenni, Pneumonia crouposa.				
28. I. 1891	p. m. 6.50	104	104	0
29. I. =	a. m. 11.15	104	95	— 9
30. I. =	p. m. 12.30	104	99	— 5
Wilhelm Lüthy, Pneumonia crouposa.				
23. I. 1891	p. m. 12.35	104	94	—10
28. I. =	p. m. 6.30	104	92	—12
30. I. =	p. m. 4.45	92	91	— 1
31. I. =	p. m. 3.10	104	103	— 1
Hans Jäggi, Pneumonia crouposa.				
11. III. 1891	p. m. 12.30	116	108	— 8
11. III. =	p. m. 6.30	104	99	— 5
12. III. =	p. m. 4.30	104	100	— 4
Jacob Roth, Pneumonia crouposa.				
29. III. 1891	p. m. 6.10	112	107	— 5
30. III. =	p. m. 12.30	122	113	— 9
30. III. =	p. m. 5.10	100	101	+ 1
31. III. =	p. m. 3.15	106	97	— 9
1. IV. =	a. m. 10.—	120	113	— 7
2. IV. =	p. m. 6.55	120	106	—14
3. IV. =	p. m. 6.40	80	98	+18
Joseph Dreier, Pneumonia crouposa.				
29. III. 1891	a. m. 10.25	108	104	— 4
29. III. =	p. m. 3.30	120	112	— 8
30. III. =	a. m. 9.45	100	100	0
1. IV. =	p. m. 6.30	118	109	— 9
Heinrich Malzahn, Pneumonia croup.				
29. III. 1891	a. m. 9.45	112	102	—10
29. III. =	p. m. 3.45	120	114	— 6
29. III. =	p. m. 6.30	120	107	—13
30. III. =	a. m. 10.—	120	109	—11
30. III. =	p. m. 4.50	125	118	— 7
31. III. =	Mitt. 12.—	92	86	— 6
Gustav Mengissen, Pneumonia croup.				
25. IV. 1891	p. m. 6.45	104	104	0
26. IV. =	a. m. 10.40	70	72	+ 2
26. IV. =	p. m. 6.40	104	101	— 3
28. IV. =	p. m. 5.20	110	108	— 2
Adolph Schmid, Typhus abdominalis.				
14. V. 1891	a. m. 9.15	106	98	— 8
14. V. =	p. m. 3.15	110	101	— 9
15. V. =	p. m. 5.—	112	113	+ 1
16. V. =	a. m. 9.45	104	103	— 1
19. V. =	p. m. 5.—	110	111	+ 1
20. V. =	a. m. 9.—	120	118	— 2
20. V. =	p. m. 3.10	120	106	—14
21. V. =	a. m. 9.—	110	110	0
21. V. =	p. m. 4.20	116	108	— 8
23. V. =	a. m. 9.45	100	97	— 3
25. V. =	p. m. 5.—	110	110	0
26. V. =	a. m. 9.30	94	97	+ 3
26. V. =	p. m. 4.30	104	107	+ 3
27. V. =	p. m. 4.30	106	103	— 3
Martin Moser, Typhus abdominalis.				
21. V. 1891	a. m. 9.15	92	90	— 2
22. V. =	a. m. 9.30	96	97	+ 1
23. V. =	a. m. 10.—	100	97	— 3
23. V. =	p. m. 4.45	100	98	— 2
24. V. =	a. m. 9.45	96	94	— 2
25. V. =	p. m. 4.35	94	92	— 2
26. V. =	a. m. 10.—	96	90	— 6
26. V. =	p. m. 4.45	96	94	— 2
Adolf Christen, Typhus abdominalis.				
6. VI. 1891	p. m. 4.—	98	97	— 1
8. VI. =	a. m. 9.10	94	95	+ 1
8. VI. =	p. m. 5.10	90	80	—10
9. VI. =	p. m. 4.40	94	99	+ 5
10. VI. =	p. m. 4.30	92	94	+ 2
11. VI. =	a. m. 10.—	90	90	0
12. VI. =	a. m. 9.45	100	104	+ 4
13. VI. =	p. m. 4.25	102	102	0

Tabelle II.

	Dauer eines Gesammtpulses in Secunden	Differenz	Pulszahl pro Minute	Verhältniss von Respirations- u. Pulsfrequenz
Fall I. Normal. 27. III. 1891. p. m. 6.30.	0,790 0,851 0,738 0,725 0,812 0,671 0,891	0,061 0,113 0,013 0,087 0,141 0,220	76	1 : 3,1
Fall II. Normal, etwas erregt. 28. III. 1891. p. m. 4.45.	0,639 0,647 0,614 0,614 0,644 0,637 0,604 0,617	0,008 0,033 0 0,030 0,007 0,033 0,013	95	1 : 3,9
Fall III. Normal. 31. III. 1891. p. m. 5.15.	0,749 0,721 0,703 0,688 0,691 0,665 0,670 0,678	0,028 0,018 0,015 0,003 0,026 0,005 0,008	86	1 : 3,3
Fall IV. Normal. 11. V. 1891. p. m. 3.—.	0,891 0,871 0,856 0,879 0,827 0,871	0,020 0,015 0,023 0,052 0,044	69	1 : 3,8
Fall V. Normal. 16. V. 1891. p. m. 2.30.	0,717 0,717 0,724 0,687 0,690 0,692	0 0,007 0,037 0,003 0,002	85	1 : 3,3
Fall VI. Normal. 16. X. 1891. a. m. 10.25.	0,878 0,907 0,897 0,913 0,825 0,860	0,029 0,010 0,016 0,088 0,035	68	1 : 3,7
Otto Schneider, Typhus abdom. 28. I. 1891. p. m. 12.20.	0,663 0,646 0,658 0,668 0,648 0,646 0,648 0,643	0,017 0,012 0,010 0,020 0,002 0,002 0,005	92	1 : 3,8
Otto Schneider. 5. II. 1891. a. m. 11.5.	0,561 0,536 0,520 0,523 0,543 0,536 0,520 0,523	0,025 0,016 0,003 0,020 0,007 0,016 0,003	111	1 : 3,3
Derselbe. 7. II. 1891. p. m. 5.—	0,580 0,575 0,575 0,575 0,546 0,553 0,564 0,568	0,005 0 0 0,029 0,007 0,011 0,004	105	1 : 3,7
Gottlieb Jenni, Pneumonia crouposa. 28. I. 1891. p. m. 6.50.	0,590 0,574 0,577 0,596 0,582 0,574 0,538 0,582	0,016 0,003 0,019 0,014 0,008 0,036 0,044	104	1 : 2,3
Derselbe, 30. I. 1891. p. m. 12.30.	0,617 0,627 0,595 0,602 0,585 0,597 0,641 0,632	0,010 0,032 0,007 0,017 0,012 0,044 0,009	98	1 : 2,2
Wilh. Lüthy, Pneum. croup. 28. I. 1891. p. m. 6.30.	0,658 0,670 0,651 0,636 0,631 0,646 0,631 0,648	0,012 0,019 0,015 0,005 0,015 0,015 0,017	92	1 : 2,3
Derselbe. 31. I. 1991. p. m. 3.10.	0,632 0,610 0,572 0,590 0,530 0,575 0,570 0,562	0,022 0,038 0,018 0,060 0,045 0,005 0,008	103	1 : 2,5

	Dauer eines Gesammtpulses in Secunden	Differenz	Pulszahl pro Minute	Verhältniss von Respirations- u. Pulsfrequenz
Hans Jäggi, Pneumonia crouposa. 11. III. 1891. p. m. 6.30.	0,617 0,607 0,619 0,596 0,587 0,607 0,567 0,619	0,010 0,012 0,023 0,009 0,020 0,040 0,052	99	1 : 4,1
Jacob Roth, Pneum. croup. 30. III. 1891. p. m. 12.30.	0,538 0,530 0,550 0,530 0,530 0,538 0,525 0,517 0,525	0,008 0,020 0,020 0 0,008 0,013 0,008 0,008	113	1 : 2,8
Derselbe. 2. IV. 1891. p. m. 6.55.	0,580 0,600 0,572 0,572 0,565 0,563 0,558 0,540 0,558 0,548	0,020 0,028 0 0,007 0,002 0,005 0,018 0,018 0,010	106	1 : 2,3
Joseph Dreier, Pneum. croup. 29. III. 1891. p. m. 3.30.	0,555 0,533 0,543 0,545 0,545 0,516 0,533 0,530	0,022 0,010 0,002 0 0,029 0,017 0,003	112	1 : 3,5
Derselbe. 30. III. 1891. a. m. 9.45.	0,638 0,635 0,569 0,610 0,574 0,582 0,584 0,591	0,003 0,066 0,041 0,036 0,008 0,002 0,007	100	1 : 4,1
Heinrich Malzahn, Pneum. croup. 29. III. 1891. p. m. 3.45.	0,523 0,518 0,535 0,525 0,530 0,528 0,523 0,513	0,005 0,017 0,010 0,005 0,002 0,005 0,010	114	1 : 2,8
Heinrich Malzahn. 31. III. 1891. Mittags 12.	0,715 0,707 0,685 0,690 0,720 0,690 0,675	0,008 0,022 0,005 0,030 0,030 0,015	86	1 : 3,5
Gustav Mengissen, Pneumonia crouposa. 26. IV. 1891. a. m. 10.40.	0,879 0,837 0,874 0,829 0,839 0,859 0,792	0,042 0,037 0,045 0,010 0,020 0,067	72	1 : 3,0
Derselbe. 28. IV. 1891. p. m. 5.20.	0,558 0,548 0,553 0,563 0,565 0,548 0,545 0,548	0,010 0,005 0,010 0,002 0,017 0,003 0,003	108	1 : 4,5
Adolph Schmid, Typhus abdom. 16. V. 1891. a. m. 9.45.	0,592 0,573 0,604 0,587 0,573 0,587 0,578 0,573	0,019 0,031 0,017 0,014 0,014 0,009 0,005	103	1 : 4,6
Derselbe. 20. V. 1891. a. m. 9.—	0,518 0,525 0,511 0,496 0,503 0,516 0,503 0,496	0,007 0,014 0,015 0,007 0,013 0,013 0,007	118	1 : 4,5
Derselbe. 23. V. 1891. a. m. 9.45.	0,637 0,637 0,602 0,607 0,632 0,629 0,609 0,592	0 0,035 0,005 0,025 0,003 0,020 0,017	97	1 : 3,2

	Dauer eines Gesammtpulses in Secunden	Differenz	Pulszahl pro Minute	Verhältniss der Respirations- u. Pulsfrequenz
Martin Moser, Typhus abdom. 22. V. 1891. a. m. 9.30.	0,675 0,652 0,659 0,675 0,652 0,641 0,623 0,667	0,023 0,007 0,016 0,023 0,011 0,018 0,044	91	1 : 3,7
Derselbe. 28. V. 1891. p. m. 4.45.	0,609 0,604 0,627 0,612 0,592 0,602 0,612 0,614	0,005 0,023 0,015 0,020 0,010 0,010 0,002	98	1 : 3,0
Adolph Christen, Typhus abdom. 10. VI. 1891. p. m. 4.30.	0,660 0,643 0,640 0,645 0,623 0,617 0,630 0,615	0,017 0,003 0,005 0,022 0,006 0,013 0,015	94	1 : 3,9
Derselbe. 13. VI. 1891. p. m. 4.25.	0,608 0,609 0,589 0,589 0,581 0,550 0,615 0,566	0,001 0,020 0 0,008 0,031 0,065 0,049	102	1 : 4,6

Tabelle III.

		Dikrotie	Berechnete Pulszahl pro Minute	Temperatur
I. Otto Schneider.				
1	22. I. 1891. p. m. 4.30.	+ 0,17 + 0,04	94	40,2
2	28. I. 91. p. m. 12.20.	+ 0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,23	92	39,0
3	29. I. 91. p. m. 3.30.	+ 0,17 + 0,23 + 0,23 + 0,15	96	39,7
4	30. I. 91. a. m. 10.40.	+ 0,20 + 0,11 + 0,13 + 0,22	101	39,0
5	1. II. 91. p. m. 4.35.	+ 0,15 + 0,19 + 0,17 + 0,18	96	39,6
6	3. II. 91. a. m. 10.25.	— 0,02 — 0,03 — 0,05 — 0,06	102	39,0
Otto Schneider.				
7	5. II. 1891. a. m. 11.5.	— 0,04 — 0,04 — 0,04 — 0,05	111	39,7
8	5. II. 91. p. m. 5.15.	+ 0,16 + 0,21 + 0,12 + 0,21	104	39,8
9	6. II. 91. p. m. 7.—	+ 0,19 + 0,17 + 0,19 + 0,15	108	39,3
10	7. II. 91. p. m. 5.—	+ 0,14 + 0,14 + 0,17 + 0,17	105	39,1
11	9. II. 91. p. m. 3.30.	— 0,15 — 0,14 — 0,01 — 0,10	110	39,7

		Dikrotie	Berechnete Pulszahl pro Minute	Temperatur
	II. Gottlieb Jenni.			
12	28. I. 91. p. m. 6.50.	+ 0,01 + 0,03 + 0,10 + 0,13	104	39,9
13	29. I. 91. a. m. 11.15.	+ 0,07 + 0,16 + 0,04 0	95	39,0
14	30. I. 91. p. m. 12.30.	+ 0,08 + 0,05 + 0,13 + 0,03	99	39,9
	III. Wilh. Luthy.			
15	23. I. 91. p. m. 12.35.	— 0,10 — 0,21 — 0,10 — 0,26	94	39,7
16	28. I. 91. p. m. 6.30.	— 0,05 — 0,02 — 0,04 + 0,11	92	39,0
17	30. I. 91. p. m. 4.45.	— 0,05 — 0,11 + 0,04 — 0,07	91	39,0
18	31. I. 91. p. m. 3.10.	+ 0,01 — 0,11 — 0,09 — 0,09	103	39,0
	IV. Hans Jäggi.			
19	11. III. 91. p. m. 12.30.	+ 0,03 + 0,01 + 0,03 + 0,05	108	40,0
20	11. III. 91. p. m. 6.30.	+ 0,01 + 0,02 + 0,06 + 0,08	99	40,6
21	12. III. 91. p. m. 4.30.	+ 0,06 — 0,03 + 0,05 + 0,03	100	39,5
	V. Jacob Roth.			
22	29. III. 91. p. m. 6.10.	— 0,02 — 0,02 + 0,13 — 0,04	107	39,4
	V. Jacob Roth.			
23	30. III. 91. p. m. 12.30.	— 0,10 — 0,19 — 0,11 — 0,11	113	39,6
24	31. III. 91. p. m. 5.10.	+ 0,21 + 0,21 + 0,14 + 0,17	101	39,0
25	31. III. 91. p. m. 3.45.	0 0 + 0,01 + 0,02	97	40,2
26	1. IV. 91. a. m. 10.	— 0,14 — 0,15 — 0,07 — 0,17	113	40,0
27	2. IV. 91. p. m. 6.55.	— 0,11 — 0,08 — 0,06 + 0,06	106	39,0
28	3. IV. 91. p. m. 6.40.	+ 0,04 + 0,04 + 0,05 + 0,09	98	37,1
	VI. Joseph Dreier.			
29	29. III. 91. a. m. 10.25.	+ 0,24 + 0,26 + 0,32 + 0,33	104	37,6
30	29. III. 91. p. m. 3.30.	+ 0,10 + 0,07 + 0,01 + 0,07	112	39,2
31	30. III. 91. a. m. 9.45.	+ 0,09 — 0,01 + 0,22	100	39,0
32	1. IV. 91. p. m. 6.30.	+ 0,23 + 0,26 + 0,24	109	39,0
	VII. Heinr. Malzahn.			
33	29. III. 91. a. m. 9.45.	— 0,09 — 0,19 — 0,19	102	39,2
34	29. III. 91. p. m. 3.45.	— 0,50 — 0,39 — 0,44 — 0,38	114	40,2

		Dikrotie	Berechnete Pulszahl pro Minute	Temperatur
	Heinr. Malzahn.			
35	30. III. 91. a. m. 10.—	+ 0,01 — 0,01 — 0,02 — 0,02	109	38,5
36	30. III. 91. p. m. 4.50.	— 0,14 — 0,27 — 0,23 — 0,07	118	39,5
37	31. III. 91. Mittags 12.—	+ 0,07 0 0 + 0,06	86	36,8
	VIII. Gust. Mengissen.			
38	25. IV. 91. p. m. 6.45.	+ 0,12 + 0,18 + 0,14 + 0,10	104	40,3
39	26. IV. 91. a. m. 10.40.	+ 0,53 + 0,52 + 0,50 + 0,50	72	36,6
40	26. IV. 91. p. m. 6.40.	+ 0,02 + 0,02 + 0,01 + 0,06	101	40,4
41	28. IV. 91. p. m. 5.20.	— 0,11 — 0,11 — 0,09 — 0,17	108	40,3
	IX. Adolph Schmid.			
42	14. V. 91. p. m. 3.15.	+ 0,06 + 0,06 + 0,12 + 0,08	101	39,4
43	15. V. 91. p. m. 5.—	— 0,08 — 0,04 — 0,04	113	39,8
44	16. V. 91. a. m. 9.45.	+ 0,10 + 0,13 + 0,10 + 0,08	103	39,2
45	19. V. 91. p. m. 5.—	— 0,03 0 — 0,04 — 0,01	111	39,6
	Adolph Schmid.			
46	20. V. 91. a. m. 9.—	0 0 — 0,01	118	40,0
47	20. V. 91. p. m. 3.10.	0 — 0,01 — 0,07 — 0,01	106	39,7
48	21. V. 91. a. m. 9.—	0 + 0,01 0	110	39,9
49	21. V. 91. p. m. 4.20.	+ 0,02 + 0,03 — 0,04 — 0,10	108	40,2
50	23. V. 91. a. m. 9.45.	— 0,04 — 0,02 + 0,40 + 0,49	97	39,4
51	25. V. 91. p. m. 5.—	+ 0,02 + 0,07 0 + 0,12	110	39,4
52	26. V. 91. a. m. 9.30.	+ 0,20 + 0,14 + 0,25 + 0,22	97	37,6
53	26. V. 91. p. m. 4.30.	+ 0,37 + 0,13 + 0,35 + 0,21	107	38,6
54	27. V. 91. p. m. 4.30.	+ 0,23 + 0,26 + 0,20	103	39,3
	X. Martin Moser.			
55	21. V. 91. a. m. 9.15.	0 — 0,04	90	39,0
56	22. V. 91. a. m. 9.30.	— 0,16 — 0,10 — 0,18 — 0,20	97	39,2
57	23. V. 91. a. m. 10.—	— 0,04 + 0,02 + 0,05 — 0,10	97	39,3

		Dikrotie	Berechnete Pulszahl pro Minute	Temperatur
	Martin Moser.			
58	23. V. 91. p. m. 4.45.	— 0,33 — 0,34 — 0,26 — 0,27	98	40,2
59	24. V. 91. a. m. 9.45.	— 0,07 — 0,09 — 0,11 — 0,09	94	39,0
60	25. V. 91. p. m. 4.35.	— 0,24 — 0,31 — 0,26 — 0,29	92	38,6
61	26. V. 91. a. m. 10.—	+ 0,02 + 0,06 + 0,03 + 0,05	90	39,0
62	26. V. 91. p. m. 4.45.	+ 0,01 + 0,34 — 0,01 + 0,03	94	39,0
63	27. V. 91. p. m. 5.—	+ 0,12 — 0,05	93	39,3
	XI. Adolph Christen.			
64	6. VI. 91. p. m. 4.—	+ 0,06 + 0,13 + 0,15 + 0,12	97	39,8
65	7. VI. 91. a. m. 9.45.	+ 0,09 + 0,11 + 0,18 + 0,17	90	39,0
	Adolph Christen.			
66	8. VI. 91. a. m. 9.10.	+ 0,21 + 0,22 + 0,23 + 0,18	95	39,3
67	8. VI. 91. p. m. 5.10.	+ 0,01 — 0,01 — 0,02 — 0,01	80	39,4
68	9. VI. 91. p. m. 4.40.	+ 0,03 + 0,05 + 0,06 + 0,03	99	40,3
69	10. VI. 91. p. m. 4.30.	— 0,09 — 0,10 — 0,05 — 0,06	94	40,0
70	11. VI. 91. a. m. 10.—	+ 0,08 + 0,12 + 0,05 + 0,13	90	39,2
71	12. VI. 91. a. m. 9.45.	— 0,09 — 0,03 — 0,05 — 0,04	104	39,0
72	13. VI. 91. p. m. 4.25.	+ 0,09 + 0,03 + 0,03 — 0,01	102	39,4

Zusammenfassung der Tabelle III.

	Temperatur	Nr. der Tab. III.	Summe
+Dikrotie 30 Fälle.	unter 39,7°	2, 4, 5, 9, 10, 13, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 39, 42, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 65, 66, 70.	23
	39,7°—40,5°	1, 3, 8, 12, 14, 38, 64.	7
mittlere Dikrotie 25 Fälle.	unter 39,7°	6, 16, 21, 22, 35, 37, 45, 55, 57, 61, 62, 63, 67, 71, 72.	15
	39,7°—40,5°	7, 19, 25, 40, 46, 47, 48, 49, 68.	9
	über 40,5°	20.	1
—Dikrotie 17 Fälle.	unter 39,7°	11, 15, 17, 18, 23, 27, 33, 36, 56, 59, 60.	11
	39,7°—40,5°	26, 34, 41, 43, 58, 69.	6
			72

	Pulsfrequenz pro Minute	Nr. in der Tab. III.	Summe
+ Dikrotie 30 Fälle	unter 90	39.	1
	90—100	1, 2, 3, 5, 13, 14, 28, 50, 52, 64, 65, 66, 70.	13
	100 u. mehr	4, 8, 9, 10, 12, 24, 29, 30, 31, 32, 38, 42, 44, 51, 53, 54.	16
mittlere Dikrotie 25 Fälle	unter 90	37, 67.	2
	90—100	16, 20, 25, 55, 57, 61, 62, 63, 68.	9
	100 u. mehr	6, 7, 19, 21, 22, 35, 40, 45, 46, 47, 48, 49, 71, 72.	14
— Dikrotie 17 Fälle	90—100	15, 17, 56, 58, 59, 60, 69.	7
	100 u. mehr	11, 18, 23, 26, 27, 33, 34, 36, 41, 43.	10
			72

Tabelle IV.

		Dikrotie	Pulszahl	b. c.
15	Wilh. Lüthy. 13. I. 1891. p. m. 12.35.	— 0,10 — 0,21 — 0,10 — 0,26	94	0,333 0,355 0,344 0,352
18	Derselbe. 31. I. 1891. p. m. 3.10.	— 0,01 — 0,11 — 0,09 — 0,09	103	0,317 0,317 0,322 0,307
24	Jacob Roth. 30. III. 1891. p. m. 5.10.	+ 0,21 + 0,21 + 0,14 + 0,17	101	0,266 0,271 0,261 0,264
26	Derselbe. 1. IV. 1891. a. m. 10.—	— 0,14 — 0,15 — 0,07 — 0,17	113	0,287 0,280 0,270 0,280
34	Heinrich Malzahn. 29. III. 1891. p. m. 3.45.	— 0,50 — 0,39 — 0,44 — 0,38	114	0,326 0,338 0,323 0,316
36	Derselbe. 30. III. 1891. p. m. 4.50.	— 0,14 — 0,27 — 0,23 — 0,07	118	0,327 0,305 0,307 0,295
40	Gustav Mengissen. 26. IV. 1891. p. m. 6.40.	+ 0,02 + 0,02 + 0,01 + 0,06	101	0,291 0,286 0,289 0,274
41	Gustav Mengissen. 28. IV. 1891. p. m. 5.20.	— 0,11 — 0,11 — 0,09 — 0,17	108	0,298 0,301 0,311 0,311
56	Martin Moser. 22. V. 1891. a. m. 9.30.	— 0,16 — 0,10 — 0,18 — 0,20	97	0,317 0,315 0,309 0,298
58	Derselbe. 23. V. 1891. p. m. 4.45.	— 0,33 — 0,34 — 0,26 — 0,27	98	0,348 0,348 0,355 0,348
61	Derselbe. 26. V. 1891. a. m. 10.—	+ 0,02 + 0,05 + 0,06 + 0,03	99	0,270 0,276 0,270 0,265
68	Adolph Christen. 9. VI. 1891. p. m. 4.40.	+ 0,03 + 0,05 + 0,06 + 0,03	99	0,270 0,276 0,270 0,265
69	Derselbe. 10. VI. 1891. p. m. 4.30.	— 0,09 — 0,10 — 0,05 — 0,06	94	0,283 0,286 0,283 0,273